



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554226_0021

Aus der Hals-, Nasen und Ohrenklinik der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. H. Leicher)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE FEHLERBREITE DES RICHTUNGSHÖRENS BEI LAUFZEITUNTERSCHIEDEN ZWISCHEN
BEIDEN OHREN IN VERSCHIEDENEN LEBENSALTERN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät der
Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz

vorgelegt von

BRUNHILDE SPRINGBORN, geb. MANZ
aus Mainz

Mainz 1960

Dekan: Prof. Dr. Dr. Hermann
Referent: Priv. Doz. Dr. J. Matzker
Korreferent: Prof. Dr. H. Leicher
Tag der mündlichen Prüfung: 30.11.1960



GESAMTHERSTELLUNG

DITTERS BÜRODIENST, MAINZ, Augustinerstraße 64 - 66

MEINEM VATER
IN DANKBARKEIT
GEWIDMET

INHALTSVERZEICHNIS

1. Erklärung des Begriffes Richtungshören
2. Kurze Skizzierung der wichtigsten Theorien des Richtungshörens
3. Beschreibung der Apparatur, mit der die Untersuchungen angestellt wurden
4. Vergleiche aus der Sinnesphysiologie
5. Beschreibung der Versuchsanordnung
6. Versuchsergebnisse
7. Auswertung der Versuchsergebnisse
8. Zusammenfassung
9. Literaturnachweis
10. Schlußwort

Unter dem Begriffe Richtungshören verstehen wir die Fähigkeit eines gesunden Menschen, die Richtung, aus der ein Schall auf ihn einwirkt, mit einer gewissen Genauigkeit zu lokalisieren. Dieses Phänomen der Schalllokalisationsfähigkeit beschäftigt schon seit ungefähr einem Jahrhundert namhafte Forscher der Sinnesphysiologie. Je nach dem Stand der physiologischen Erkenntnisse über die Schallwahrnehmungsfähigkeit des Menschen gab es auch verschiedene Theorien, die das Richtungshören erklären sollten. Diese Theorien waren abhängig von dem jeweiligen Entwicklungsstande der physikalischen Erforschung der Akustik. Nicht zuletzt aber spielte auch der Grad der Entwicklung in der modernen Technik, besonders der der modernen Elektro- und Radiotechnik, eine große Rolle für die Auffassung, wie die Schallrichtungsnehmung zustande käme.

Hier seien nur kurz die wichtigsten Theorien skizziert, die für unsere heutige Auffassung der Schallrichtungslokalisation noch eine gewisse Bedeutung haben.

Die Intensitätstheorie, die besonders in der Mitte der 20er Jahre wieder von Kreidl und Gatcher aufgegriffen wurde, besagt folgendes: zur Schalllokalisation ist lediglich eine Differenz der Intensität des Schallreizes beider Ohren notwendig. Diese beiden Forscher fanden, daß ein in der Hörfähigkeit geschwächtes Ohr gut lokalisiert, wenn es ein Stellungsoptimum innehat.

Upton und Morgan, sowie eine ganze Reihe anderer Forscher stellten fest, daß, wenn man die Intensität in einem Kopfhörer ändert, damit auch die scheinbare Schallrichtung wechselt.

Christian und Röser fanden jedoch, daß bei Geräuschen mindestens 15-20 db Intensitätsunterschied notwendig sind, um einen von der Mittelebene abweichenden Seiteneindruck zu vermitteln. Da ein gesunder Mensch im täglichen Leben fast ausschließlich mit Geräuschen zu tun hat, die Intensitätsunterschiede gewöhnlicher Geräusche aber unter 15 db liegen, dennoch aber ein hörgesunder Mensch in der Lage ist, Richtungseindrücke wahrzunehmen, können also Intensitätsdifferenzen auf das Richtungshören nicht den ausschlaggebenden Einfluß haben.

Nach der von v. Hornbostel und Wertheimer im Jahre 1920 aufgestellten Zeitdifferenztheorie beruht die Wahrnehmung der Schallrichtung auf der

Fähigkeit des Hörorgans, "kleinste Zeitdifferenzen räumlich auszudeuten" (Höber). Das Verblüffende an dieser Theorie war, daß sie zeitliche Differenzen angab, wie sie damals in ihrer Kleinheit in der Physiologie des ZNS überhaupt nicht diskutabel waren. Es handelte sich um Zeitdifferenzen, die zwischen $30 \text{ mal } 10^{-6}$ Sekunden und $360 \text{ mal } 10^{-6}$ Sekunden lagen. Bei Überschreiten des letzten Wertes blieb zunächst noch ein reiner Seiteneindruck erhalten, der dann bei Verdoppelung ($720 \text{ mal } 10^{-6}$ Sekunden) in zwei nacheinander gehörte Schalle auseinanderfiel.

Eine Abart oder besser gesagt einen komplizierteren Ausdruck für die Zeitdifferenztheorie stellt die Phasendifferenztheorie dar.

Die besonders von Brunzlow vertretene Klangfarbendifferenztheorie ist nach Christian und Röser stets nur eine Hilfstheorie geblieben. Sie hat wahrscheinlich auch nur für das monotische Hören Bedeutung.

Nach den Arbeiten von Christian und Röser sowie von Matzker wird heute die Ansicht vertreten, daß unser Zentralorgan befähigt ist, kleinste Zeitunterschiede zwischen rechts und links wahrzunehmen und diese durch einen sehr komplexen Vorgang im ZNS in einen Richtungseindruck umzuwandeln.

Werden unsere beiden peripheren Hörorgane zur gleichen Zeit von einem Schallreiz getroffen, so lokalisieren wir die Schallquelle in die Medianebene des Kopfes. Ein kleiner Zeitunterschied in der Ankunft der Schallreize aber bewirkt bereits ein Abwandern der lokalisierten Schallquelle zu einer Seite hin. Diese Zeitdifferenz entspricht dem Winkel der Schalleinfallrichtung zur Medianebene unseres Kopfes; je größer dieser Winkel ist, desto größer ist auch die Zeitdifferenz. Das überhaupt mögliche Maximum dieser Zeitdifferenz beträgt nach v. Hornbostel etwas mehr als 0,6 msek., entsprechend einem durchschnittlichen Ohrenabstand von 21 cm. Dieses Maximum wird bei einem Einfallswinkel von 90 Grad erreicht. Ist die Zeitdifferenz kleiner als 0,018 msek., so sind wir nicht mehr in der Lage, aus ihr einen Richtungseindruck zu entwickeln; wir hören dann den Schall aus der Medianebene kommend. Ist die Zeitdifferenz größer als 2 msek., so kommt ebenfalls kein Richtungseindruck mehr zustande; vielmehr hören wir dann die beiden Schallreize getrennt nacheinander. Somit werden Zeitdifferenzen zwischen 0,018 msek. und 2 msek. von unserem Zentralorgan als Richtungseindruck gedeutet. D.h., der zuerst ankommende Schallreiz wird subjektiv lauter empfunden als der zuletzt ankommende. Somit bestehen beim Richtungshören Beziehungen zwischen einer zeitlichen Differenz und einer Intensitäts-

differenz. Nach Matzker werden diese Beziehungen durch besondere Schaltungen im Zentralorgan hergestellt.

Experimentell kann man einen Mitteneindruck erzeugen, indem man - vorausgesetzt, daß beide peripheren Hörorgane gesund sind - einen Schallreiz dem einen Ohr etwas später anbietet als dem anderen Ohr. Auf diesem Prinzip beruhen Versuche vieler Forscher, die beide Ohren mit einem luftgefüllten Schlauch verbunden und die Luftsäule an jeweils verschiedenen Stellen durch Klopfen auf den Schlauch in Bewegung setzten; damit erzeugten sie Zeitdifferenzen in der Ankunft der Schallwellen. Diese und ähnliche Methoden können aber nur sehr grobe Ergebnisse liefern. Ebenso haften auch den raumakustischen Methoden erhebliche Nachteile an, sofern nicht eine teure Apparatur zur Verfügung steht, da bei Richtungshörversuchen im Raum Klangfarbenänderungen und Echoeffekte auftreten.

Man kann genau meßbare Laufzeitdifferenzen zur Prüfung des Richtungsgehörs erzeugen, indem man sich einer elektrischen Laufzeitverzögerung bedient, einer sogen. Verzögerungskette. Eine derartige Methode beschrieben Matzker und E. Springborn in ihrer Arbeit "Richtungshören und Lebensalter". Sie benutzten die gleiche Apparatur, mit der auch die in dieser Arbeit beschriebenen Versuche durchgeführt wurden. Die Apparatur sei nochmals kurz beschrieben.

Mit Hilfe eines Neurotestgerätes älteren Baujahres werden 10 Stromstöße pro Sekunde in gleichen zeitlichen Abständen erzeugt und auf ein Kopfhörerpaar übergeleitet, das diese Stromstöße in akustische Reize umwandelt (etwa 50 db Lautstärke). Zwischen den Generator und das Kopfhörerpaar ist eine elektrische Verzögerungskette aus 36 Einzelgliedern geschaltet. Jedes einzelne dieser Glieder besteht aus einer Spule und einem Kondensator. Die Spulen haben je eine Induktivität von 36 m-Henry, die Kondensatoren eine Kapazität von 9000 p-Farad. Die Kette als Ganzes hat einen Widerstand von 2000 Ohm. Die Stromstärke wird in jedem einzelnen Glied um eine ganz bestimmte Zeit verzögert. Sie errechnet sich aus folgender Formel: Wurzel aus Induktivität mal Kapazität. Dies entspricht der Verzögerungszeit in msek., die jedes einzelne Glied bewirkt.

Ein Beispiel: Wurzel aus $36 \cdot 10^{-3} \text{H}$ mal $9000 \text{ mal } 10^{-12} \text{F}$ = $18 \text{ mal } 10^{-6} \text{ msek.}$ Ein einzelnes Glied der ges. Kette verzögert den durch sie hindurchgeleiteten Stromstoß um 0,018 msek. Multipliziert man diese Zahl mit 36, also mit der Anzahl der Einzelglieder, so erhält man die Verzögerungszeit der ges. Kette. Diese Zeit beträgt 0,648 msek.

Mittels einer Drehschaltung ist es möglich, verschieden viele Glieder dieser Verzögerungskette einzuschalten, also die Verzögerungszeit zu variieren. Anhand einer Skala kann man nach Teilstrichen, die dann später in Millisekunden umgerechnet werden müssen, jeweils die eingeschaltete Verzögerungszeit indirekt ablesen. Die Skala ist so eingeteilt, daß von einem Nullpunkt ausgehend nach links und rechts hin je 14 Teilstriche in gleichem Abstand aufgezeichnet sind. Dreht man den Zeiger auf den Nullpunkt, dann gehen die Stromstöße ohne Verzögerung der Laufzeit in die Hörmuscheln über. Stellt man aber z. B. auf den Skalenstrich 1 links ein, dann wird der ankommende Impuls durch ein Glied der Verzögerungskette geleitet und die Laufzeit zu den beiden Kopfhörern um 0,018 msek. variiert, und zwar gelangt der frühere Impuls in den linken Kopfhörer. Dreht man den Zeiger auf den Teilstrich 14 links, dann beträgt der Laufzeitvorsprung gegenüber rechts 0,648 msek., da jetzt der Impuls nach rechts hin alle 36 Glieder der Verzögerungskette durchlaufen muß. Entsprechend gestaltet sich die Laufzeitverzögerung umgekehrt, wenn man den Zeiger auf der Skala nach rechts vom Nullpunkt dreht. Bis zum Teilstrich 4 jeder Seite wächst die Laufzeitverzögerung jeweils um 0,018 msek. pro Teilstrich, also linear, während sie danach entsprechend Tabelle 1 anwächst.

Die Schaltung ist wie folgt angeordnet:

Teilstr.	1	entspr.	einer	Laufz.	von	1 =	0,018	msek.
"	2	"	"	"	"	2 =	0,036	"
"	3	"	"	"	"	3 =	0,054	"
"	4	"	"	"	"	4 =	0,072	"
"	5	"	"	"	"	6 =	0,108	"
"	6	"	"	"	"	8 =	0,144	"
"	7	"	"	"	"	10 =	0,180	"
"	8	"	"	"	"	13 =	0,234	"
"	9	"	"	"	"	16 =	0,288	"
"	10	"	"	"	"	19 =	0,342	"
"	11	"	"	"	"	23 =	0,414	"
"	12	"	"	"	"	27 =	0,486	"
"	13	"	"	"	"	31 =	0,558	"
"	14	"	"	"	"	36 =	0,648	"

Mit dieser Apparatur gewannen Matzker und E. Springborn ihre Resultate, indem sie einmal die Versuchspersonen selbst den Einstellknopf drehen ließen, bis der Mitteneindruck angegeben wurde, zum anderen selber drehen. Sie ermittelten damit den subjektiven Nullpunkt der Schalllokalisation.

Die Ablesung der Dreheinstellung erfolgte durch die Untersucher. Je nach der Größe der Diskrepanz zwischen subjektivem Mitteneindruck und objektivem Nullpunkt wurde ein gutes oder schlechtes Richtungsgehör ermittelt. Die Autoren errechneten aus den Meßergebnissen der einzelnen Versuchspersonen eine jeder Altersgruppe entsprechende durchschnittliche Abweichung des Mitteneindrucks vom Nullpunkt. Dabei zeigte es sich, daß mit zunehmendem Alter der subjektive vom objektiven Nullpunkt immer mehr abweicht, um ein Maximum der Fehlerbreite im höchsten Lebensalter zu erreichen.

In der Arbeit von Matzker und E. Springborn wurde immer nur ein Punkt der Skala als subjektiver Mitteneindruck ermittelt. In den Versuchen, die in dieser vorliegenden Arbeit beschrieben werden, wurde darüber hinaus der Bereich der Laufzeitunterschiede ermittelt, in dem es den untersuchten Personen nicht mehr möglich war, einen Seiteneindruck anzugeben. Dieser Bereich entspricht der Streubreite des Richtungshörens. Es kam uns darauf an zu ermitteln, mit welcher Streuung der Laufzeitunterschiede rechts- bzw. links vom objektiven Nullpunkt der Skala die Versuchspersonen keinen Seiteneindruck mehr wahrzunehmen vermögen. Insbesondere sollte die Altersabhängigkeit der Fehlerbreite nachgeprüft werden.

Wie schon oben erwähnt konnten Matzker und E. Springborn feststellen, daß die Genauigkeit des Richtungshörens mit zunehmendem Alter nachläßt. Aus der Literatur sind Versuche bekannt, aus denen hervorgeht, daß auch andere Sinnesorgane mit zunehmendem Alter Leistungsminderungen aufweisen. So zeigte Matzker bei seinen Untersuchungen an 379 Personen aller Altersklassen, daß die prozentuale Fehlerzahl bei seinem Binauraltest im Alter kontinuierlich zunimmt. Nach Johansen (1943) nimmt der Hörverlust für die Frequenz 8000 Hz gleichmäßig zu. König zeigte 1957, daß das Tonhöhenunterscheidungsvermögen mit zunehmendem Alter nachläßt. Dasselbe gilt auch für die Sehfunktion; nach den Versuchen von Brückner (1956) zeigt die visuelle Adaptation mit zunehmendem Alter ein Dekrement. In diesem Sinne sprechen weiterhin Untersuchungen von Hinchcliffe (1958), wonach die Geschmackswahrnehmung mit zunehmendem Alter abnimmt. Schließlich konnte Bocca (1956) zeigen, daß die Merkfähigkeit für Sätze mit 10 Wörtern altersabhängig ist: ältere Versuchspersonen weisen eine bedeutend schlechtere Merkfähigkeit auf.

Fassen wir nun die Registrierung von Laufzeitunterschieden als Teilfunktion des Richtungshörens und dieses Richtungshören als eine Funktion der Hirnstammganglienzellen auf (die wiederum an die Anzahl der funktionstüchti-

gen Synapsen gekoppelt ist), und nehmen wir schließlich an, daß mit zunehmendem Alter die Zahl dieser funktionsräftigen Synapsen geringer wird, so muß die Streubreite sich wie die oben erwähnten anderen Sinnesfunktionen mit zunehmendem Alter verändern.

Im folgenden seien nun unsere Versuche und die Ergebnisse unserer Untersuchungen beschrieben, die, wie gezeigt werden kann, dieser Annahme tatsächlich entsprechen.

Wir haben 92 Personen untersucht, die ein seitengleiches, ihrem Alter entsprechend vollkommen normales Gehör aufwiesen. Alle Versuchspersonen im Alter von 6-60 Jahren hatten eine Hörfähigkeit beider Ohren von 10 m Flüstersprache; bei den Jahrgängen darüber machte sich eine Altersschwerhörigkeit beider Ohren bis herab zu 8 m Flüstersprache bemerkbar. Der Untersuchung des Richtungshörens ging eine Prüfung des Gehörs mit Flüstersprache voraus. Schwerhörige Personen und solche, bei denen die Hörprüfung einen Unterschied zwischen rechtem und linkem Ohr ergab, wurden von der Versuchsreihe ausgeschlossen. Auf eine vorherige Untersuchung der Hörschwelle mittels Audiometers konnte in Anbetracht der möglichst sorgfältigen Sprachgehörprüfungen verzichtet werden. Die untersuchten Personen waren zwischen 6 und 80 Jahre alt.

Sie verteilten sich auf folgende Altersgruppen:

6 - 10 Jahre	12 Personen
11 - 20 "	12 "
21 - 30 "	12 "
31 - 40 "	12 "
41 - 50 "	12 "
51 - 60 "	12 "
61 - 70 "	12 "
über 70 "	8 "

Die Versuchspersonen wurden (mit aufgesetztem Kopfhörer) so gesetzt, daß sie die Skala des Gerätes nicht sehen konnten, sie also durch die Einstellung des Drehknopfes nicht in ihren Angaben beeinflußt waren. Die Skala war zudem noch verdeckt, damit auch der Untersucher möglichst frei von Beeinflussungen blieb. Nachdem die Versuchsperson kurz über den Versuch unterrichtet worden war, wurde zunächst der Teilstrich 14 links der Skala eingestellt, also der maximale Skalenausschlag mit der maximalen Laufzeitdifferenz. Die Person hörte so das Testgeräusch von links her kommend. Der Zeiger wurde dann langsam zum Mittelpunkt der Skala, zum Nullpunkt hin

gedreht; dabei mußte die Versuchsperson angeben, wann sie das Geräusch auf beiden Ohren in gleicher Lautstärke hörte, bzw. wann das Geräusch in der Mitte des Kopfes lokalisiert wurde. Dieser Wert wurde von der Skala abgelesen und schriftlich fixiert. Danach wurde der Zeiger auf Teilstrich 14 der rechten Seite der Skala gestellt, so daß jetzt das Geräusch nur auf dem rechten Ohr zu hören war. Auch jetzt wurde der Zeiger langsam dem Nullpunkt der Skala genähert, und die Versuchsperson mußte auch die subjektive Mitte angeben, welche gleichfalls von der Skala abgelesen und schriftlich festgehalten wurde. Zur Kontrolle wurden beide Versuche, mit a und b bezeichnet, in der gleichen Weise wiederholt und die Mitteneindrücke wieder schriftlich fixiert.

Es ist verständlich, daß bei Personen, die ein sehr gutes Richtungsgehör haben, beide Werte dicht um den Nullpunkt der Skala herum liegen oder sogar mit diesem zusammenfallen. Bei Personen mit einer verminderten Fähigkeit der Schallrichtungswahrnehmung entfernen sich beide Werte - von links und von rechts her gemessen - weiter vom Nullpunkt. D.h. Personen mit guter Schallrichtungswahrnehmung nehmen viel kleinere Differenzen in der Laufzeit der Stromstöße zwischen rechtem und linkem Ohr wahr als Personen mit schlechterer Fähigkeit der Schallrichtungswahrnehmung.

In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse in Teilstrichen und Millisekunden angegeben.

Dabei entsprechen die Werte 0,25 und 0,75 nicht etwa wirklichen, im einzelnen in Teilstrichen abgelesenen Meßergebnissen, sondern sind Mittelwerte aus den Angaben des Versuches a und b.

Z.B.: Versuchsperson X.Y. gab bei Versuch a, wenn der Zeiger dem Nullpunkt von links her genähert wurde, als Mitteneindruck den Teilstrich 2 links an. Bei Versuch b aber gab sie Teilstrich 1,50 an. Um nun einen statistischen Mittelwert zu erhalten, wurde der Durchschnittswert von 1,75 links fixiert. Ebenso wurden die Werte aus beiden Angaben berechnet, wenn der Zeiger von rechts her dem Nullpunkt der Skala genähert wurde.

Tabelle (A1) und (A2) zeigen die Durchschnittswerte der von den Versuchspersonen in Versuch a und b angegebenen Mitteneindrücke, geordnet nach den einzelnen Altersgruppen.

Die Tabellen (B1) und (B2) geben die gleichen Werte wie die Tabellen (A1) und (A2) an, diesmal aber in Millisekunden umgerechnet.

In den Tabellen (C1) und (C2) sind die Differenzen in Teilstrichen und in Millisekunden angegeben. Die Differenzen errechnen sich aus den von den Versuchspersonen angegebenen Teilstrichen der Skala bei Messung von links und von rechts her. Die beiden Tabellen zeigen also ganz allgemein die Fehlerbreite in der Schallrichtungswahrnehmung bei allen 92 Versuchspersonen, angegeben in Teilstrichen und Zeitdifferenzen in Millisekunden, geordnet nach 8 Altersgruppen. Außerdem sind die Durchschnittswerte in Millisekunden und Skalenteilstrichen für jede Altersgruppe gesondert angegeben.

In der beigelegten Kurve sind die Durchschnittswerte für die einzelnen Altersgruppen in Millisekunden graphisch dargestellt.

Schließlich wurde noch eine Zeichnung beigelegt, deren Abszisse der Skaleneinteilung der Apparatur entspricht. Von jeder Versuchsperson wurden hier die Mittelwerte eingetragen, die sich aus ihren Angaben in Versuch a und b ergaben. Außerhalb des markierten Mittenbereiches waren die Versuchspersonen in der Lage, noch einen Richtungseindruck anzugeben, während sie die Zeitunterschiede, die innerhalb der Markierung liegen, nicht mehr zu einem Richtungseindruck verwerten konnten. Die einzelnen Striche in der Zeichnung geben also jeweils den Bereich auf der Skala an, in dem die Personen das Testgeräusch als aus der Mitte her kommend hörten. Außerhalb dieses Bereiches liegt das breite Feld des noch aus einer Zeitdifferenz möglichen Richtungsgehörs.

Tabelle A1

6 - 10 Jahre					11 - 20 Jahre				
Vsprs.	1	Tstr.	2	1 - 2 r	Vsprs.	1	Tstr.	5,50 r - 6,75 r	
"	2	"	1,75 l - 1,75 r		"	2	"	2,25 l - 1,75 r	
"	3	"	2 1 - 2 r		"	3	"	1,50 l - 1,75 r	
"	4	"	1 1 - 1,25 r		"	4	"	0,25 l - 2,50 r	
"	5	"	1,25 l - 1 r		"	5	"	0,25 l - 2,75 r	
"	6	"	2 1 - 1 r		"	6	"	2 1 - 0,50 r	
"	7	"	1,50 l - 1 r		"	7	"	1,50 l - 1,50 r	
"	8	"	1,50 l - 1,50 r		"	8	"	1,50 l - 1 r	
"	9	"	1 1 - 1,25 r		"	9	"	2 1 - 0,50 r	
"	10	"	2,50 l - 0,75 r		"	10	"	0,25 l - 2,50 r	
"	11	"	1 1 - 1,50 r		"	11	"	1,75 l - 1,75 r	
"	12	"	2 1 - 2 r		"	12	"	2 1 - 1,50 r	

21 - 30 Jahre					31 - 40 Jahre				
Vsprs.	1	Tstr.	2,75 l - 1 1		Vsprs.	1	Tstr.	3 1 - 1,75 r	
"	2	"	1,50 l - 1,50 r		"	2	"	4 1 - 3,75 r	
"	3	"	1 1 - 1 r		"	3	"	2 1 - 2,50 r	
"	4	"	1 1 - 0,50 r		"	4	"	2 1 - 1,50 r	
"	5	"	1,25 l - 1,25 r		"	5	"	2,25 l - 2,25 r	
"	6	"	2,25 l - 0		"	6	"	2 1 - 1,75 r	
"	7	"	1,50 l - 1,50 r		"	7	"	2,75 l - 2,75 r	
"	8	"	0,50 l - 0,25 r		"	8	"	1,50 l - 1 r	
"	9	"	1,50 l - 2 r		"	9	"	2,50 l - 1,25 r	
"	10	"	1 1 - 1,50 r		"	10	"	2,50 l - 1 r	
"	11	"	0 - 0,75 r		"	11	"	2,50 l - 2 r	
"	12	"	0,50 l - 0		"	12	"	5,25 l - 2 r	

Tabelle A2

41 - 50 Jahre					51 - 60 Jahre				
Vsprs.	1	Tstr.	2,75 l - 3	r	Vsprs.	1	Tstr.	4,50 l - 3,75 r	
"	2	"	3 l - 2,50 r		"	2	"	6 l - 3,50 r	
"	3	"	4,50 l - 3,50 r		"	3	"	4,75 l - 3,75 r	
"	4	"	2,75 l - 3,50 r		"	4	"	4,75 l - 3,25 r	
"	5	"	3,25 l - 2,50 r		"	5	"	5 l - 3,75 r	
"	6	"	3,50 l - 3	r	"	6	"	3,75 l - 4	r
"	7	"	4,25 l - 3	r	"	7	"	3,25 l - 3,75 r	
"	8	"	3,25 l - 4,75 r		"	8	"	4,75 l - 3	r
"	9	"	5,50 l - 4,25 r		"	9	"	4,25 l - 1	r
"	10	"	2 l - 2,50 r		"	10	"	4 l - 3,50 r	
"	11	"	3 l - 3,25 r		"	11	"	4 l - 3,75 r	
"	12	"	2,50 l - 3	r	"	12	"	7 l - 1	r

61 - 70 Jahre					über 70 Jahre				
Vsprs.	1	Tstr.	6,50 l - 5	r	Vsprs.	1	Tstr.	4,75 l - 5,75 r	
"	2	"	4,25 l - 3,25 r		"	2	"	4 l - 5,75 r	
"	3	"	3,50 l - 3,75 r		"	3	"	5,75 l - 5,75 r	
"	4	"	7 l - 7,50 r		"	4	"	6,75 l - 5,25 r	
"	5	"	5 l - 7	r	"	5	"	4,50 l - 6,25 r	
"	6	"	4,50 l - 5,50 r		"	6	"	5 l - 5,50 r	
"	7	"	4 l - 4,75 r		"	7	"	4 l - 4,75 r	
"	8	"	4 l - 4,50 r		"	8	"	5 l - 6	r
"	9	"	3,75 l - 4	r					
"	10	"	5 l - 6,50 r						
"	11	"	3 l - 8	r					
"	12	"	3,50 l - 4	r					

Tabelle B1

6 - 10 Jahre				11 - 20 Jahre			
Vsprs.	1	msec.	0,036 l - 0,036 r	Vsprs.	1	msec.	0,126 r - 0,171 r
"	2	"	0,032 l - 0,032 r	"	2	"	0,041 l - 0,032 r
"	3	"	0,036 l - 0,036 r	"	3	"	0,027 l - 0,032 r
"	4	"	0,018 l - 0,023 r	"	4	"	0,005 l - 0,045 r
"	5	"	0,023 l - 0,018 r	"	5	"	0,005 l - 0,050 r
"	6	"	0,036 l - 0,018 r	"	6	"	0,036 l - 0,009 r
"	7	"	0,027 l - 0,018 r	"	7	"	0,027 l - 0,027 r
"	8	"	0,027 l - 0,027 r	"	8	"	0,027 l - 0,018 r
"	9	"	0,018 l - 0,023 r	"	9	"	0,036 l - 0,009 r
"	10	"	0,045 l - 0,014 r	"	10	"	0,005 l - 0,045 r
"	11	"	0,018 l - 0,027 r	"	11	"	0,032 l - 0,032 r
"	12	"	0,036 l - 0,036 r	"	12	"	0,036 l - 0,027 r

21 - 30 Jahre				31 - 40 Jahre			
Vsprs.	1	msec.	0,050 l - 0,018 l	Vsprs.	1	msec.	0,054 l - 0,032 r
"	2	"	0,027 l - 0,027 r	"	2	"	0,072 l - 0,068 r
"	3	"	0,036 l - 0,018 r	"	3	"	0,036 l - 0,045 r
"	4	"	0,018 l - 0,009 r	"	4	"	0,036 l - 0,027 r
"	5	"	0,023 l - 0,023 r	"	5	"	0,041 l - 0,041 r
"	6	"	0,041 l - 0	"	6	"	0,036 l - 0,032 r
"	7	"	0,027 l - 0,027 r	"	7	"	0,050 l - 0,050 r
"	8	"	0,009 l - 0,005 r	"	8	"	0,027 l - 0,018 r
"	9	"	0,027 l - 0,036 r	"	9	"	0,045 l - 0,023 r
"	10	"	0,018 l - 0,027 r	"	10	"	0,045 l - 0,018 r
"	11	"	0 - 0,014 r	"	11	"	0,045 l - 0,036 r
"	12	"	0,009 l - 0	"	12	"	0,117 l - 0,036 r

Tabelle B2

41 - 50 Jahre				51 - 60 Jahre			
Vsprs.	1	msec.	0,050 l - 0,054 r	Vsprs.	1	msec.	0,090 l - 0,068 r
"	2	"	0,054 l - 0,045 r	"	2	"	0,144 l - 0,063 r
"	3	"	0,090 l - 0,063 r	"	3	"	0,099 l - 0,068 r
"	4	"	0,050 l - 0,063 r	"	4	"	0,099 l - 0,063 r
"	5	"	0,059 l - 0,045 r	"	5	"	0,108 l - 0,068 r
"	6	"	0,063 l - 0,054 r	"	6	"	0,068 l - 0,072 r
"	7	"	0,081 l - 0,054 r	"	7	"	0,063 l - 0,068 r
"	8	"	0,059 l - 0,099 r	"	8	"	0,099 l - 0,054 r
"	9	"	0,126 l - 0,090 r	"	9	"	0,081 l - 0,018 r
"	10	"	0,036 l - 0,045 r	"	10	"	0,072 l - 0,063 r
"	11	"	0,054 l - 0,059 r	"	11	"	0,072 l - 0,086 r
"	12	"	0,045 l - 0,054 r	"	12	"	0,180 l - 0,018 r

61 - 70 Jahre				über 70 Jahre			
Vsprs.	1	msec.	0,162 l - 0,108 r	Vsprs.	1	msec.	0,099 l - 0,153 r
"	2	"	0,081 l - 0,059 r	"	2	"	0,072 l - 0,135 r
"	3	"	0,063 l - 0,063 r	"	3	"	0,135 l - 0,135 r
"	4	"	0,180 l - 0,207 r	"	4	"	0,171 l - 0,117 r
"	5	"	0,102 l - 0,180 r	"	5	"	0,090 l - 0,162 r
"	6	"	0,090 l - 0,126 r	"	6	"	0,108 l - 0,162 r
"	7	"	0,072 l - 0,099 r	"	7	"	0,072 l - 0,099 r
"	8	"	0,072 l - 0,090 r	"	8	"	0,108 l - 0,144 r
"	9	"	0,059 l - 0,072 r				
"	10	"	0,108 l - 0,162 r				
"	11	"	0,054 l - 0,234 r				
"	12	"	0,081 l - 0,054 r				

Tabelle C1

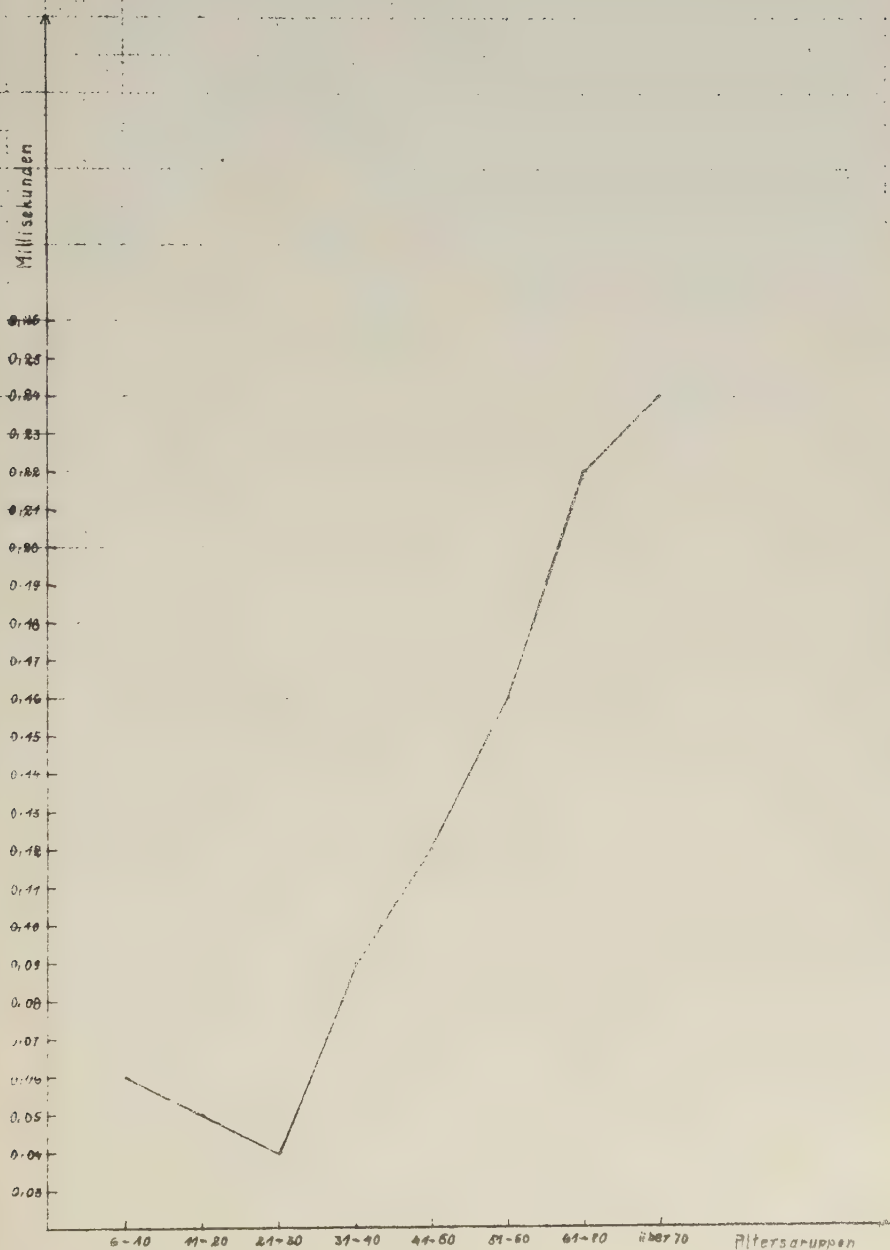
6 - 10 Jahre				11 - 20 Jahre			
Vsprs.	1:4	Tstr.	= 0,072 msec.	Vsprs.	1:1,25	Tstr.	= 0,045 msec.
"	2:3,50	"	= 0,064 "	"	2:4	"	= 0,073 "
"	3:4	"	= 0,072 "	"	3:4,25	"	= 0,059 "
"	4:2,25	"	= 0,041 "	"	4:2,75	"	= 0,050 "
"	5:2,25	"	= 0,041 "	"	5:3	"	= 0,055 "
"	6:3	"	= 0,054 "	"	6:2,50	"	= 0,045 "
"	7:2,50	"	= 0,045 "	"	7:3	"	= 0,054 "
"	8:3	"	= 0,054 "	"	8:2,50	"	= 0,045 "
"	9:2,25	"	= 0,041 "	"	9:2,50	"	= 0,045 "
"	10:3,25	"	= 0,059 "	"	10:2,75	"	= 0,050 "
"	11:3,50	"	= 0,045 "	"	11:3,50	"	= 0,064 "
"	12:4	"	= 0,072 "	"	12:3,50	"	= 0,063 "
Durchschnitt:	3,15	"	= 0,055 "	Durchschnitt:	2,85	"	= 0,054 "

21 - 30 Jahre				31 - 40 Jahre			
Vsprs.	1:1,75	Tstr.	= 0,036 msec.	Vsprs.	1:4,75	Tstr.	= 0,086 msec.
"	2:3	"	= 0,054 "	"	2:7,75	"	= 0,140 "
"	3:3	"	= 0,054 "	"	3:4,50	"	= 0,081 "
"	4:1,50	"	= 0,027 "	"	4:3,50	"	= 0,063 "
"	5:2,50	"	= 0,046 "	"	5:4,50	"	= 0,082 "
"	6:2,25	"	= 0,041 "	"	6:3,75	"	= 0,068 "
"	7:2,75	"	= 0,054 "	"	7:5,50	"	= 0,100 "
"	8:0,75	"	= 0,014 "	"	8:2,50	"	= 0,045 "
"	9:3,50	"	= 0,063 "	"	9:3,75	"	= 0,068 "
"	10:2,50	"	= 0,045 "	"	10:3,50	"	= 0,063 "
"	11:0,75	"	= 0,014 "	"	11:4,50	"	= 0,081 "
"	12:0,50	"	= 0,009 "	"	12:7,25	"	= 0,153 "
Durchschnitt:	2,06	"	= 0,038 "	Durchschnitt:	4,66	"	= 0,086 "

Tabelle C2

41 - 50 Jahre				51 - 60 Jahre			
Vsprs.	1 : 5,75	Tstr. = 0,104	msec.	Vsprs.	1 : 8,25	Tstr. = 0,158	msec.
"	2 : 5,50	" = 0,099	"	"	2 : 9,50	" = 0,207	"
"	3 : 8	" = 0,153	"	"	3 : 8,50	" = 0,167	"
"	4 : 6,25	" = 0,113	"	"	4 : 8,25	" = 0,167	"
"	5 : 5,75	" = 0,104	"	"	5 : 8,75	" = 0,176	"
"	6 : 6,50	" = 0,117	"	"	6 : 7,75	" = 0,140	"
"	7 : 7,25	" = 0,135	"	"	7 : 7,25	" = 0,131	"
"	8 : 7	" = 0,158	"	"	8 : 7,75	" = 0,153	"
"	9 : 10	" = 0,216	"	"	9 : 5,25	" = 0,099	"
"	10 : 4,50	" = 0,081	"	"	10 : 7,50	" = 0,135	"
"	11 : 6,25	" = 0,113	"	"	11 : 7,75	" = 0,158	"
"	12 : 5,50	" = 0,099	"	"	12 : 8	" = 0,198	"
Durchschnitt:	6,52	" = 0,124	"	Durchschnitt:	7,96	" = 0,157	"

61 - 70 Jahre				über 70 Jahre			
Vsprs.	1 : 11,50	Tstr. = 0,270	msec.	Vsprs.	1 : 10,50	Tstr. = 0,234	msec.
"	2 : 7,50	" = 0,140	"	"	2 : 9,75	" = 0,207	"
"	3 : 7,25	" = 0,126	"	"	3 : 11,50	" = 0,270	"
"	4 : 14,50	" = 0,387	"	"	4 : 12	" = 0,288	"
"	5 : 12	" = 0,282	"	"	5 : 10,75	" = 0,252	"
"	6 : 10	" = 0,216	"	"	6 : 10,50	" = 0,270	"
"	7 : 8,75	" = 0,171	"	"	7 : 8,75	" = 0,171	"
"	8 : 8,50	" = 0,162	"	"	8 : 11	" = 0,252	"
"	9 : 7,25	" = 0,131	"	Durchschnitt:	10,59	" = 0,243	"
"	10 : 11,50	" = 0,270	"				
"	11 : 11	" = 0,188	"				
"	12 : 7,50	" = 0,215	"				
Durchschnitt:	8,94	" = 0,215	"				



Altersgruppe
Jahre

6-10

11-20

21-30

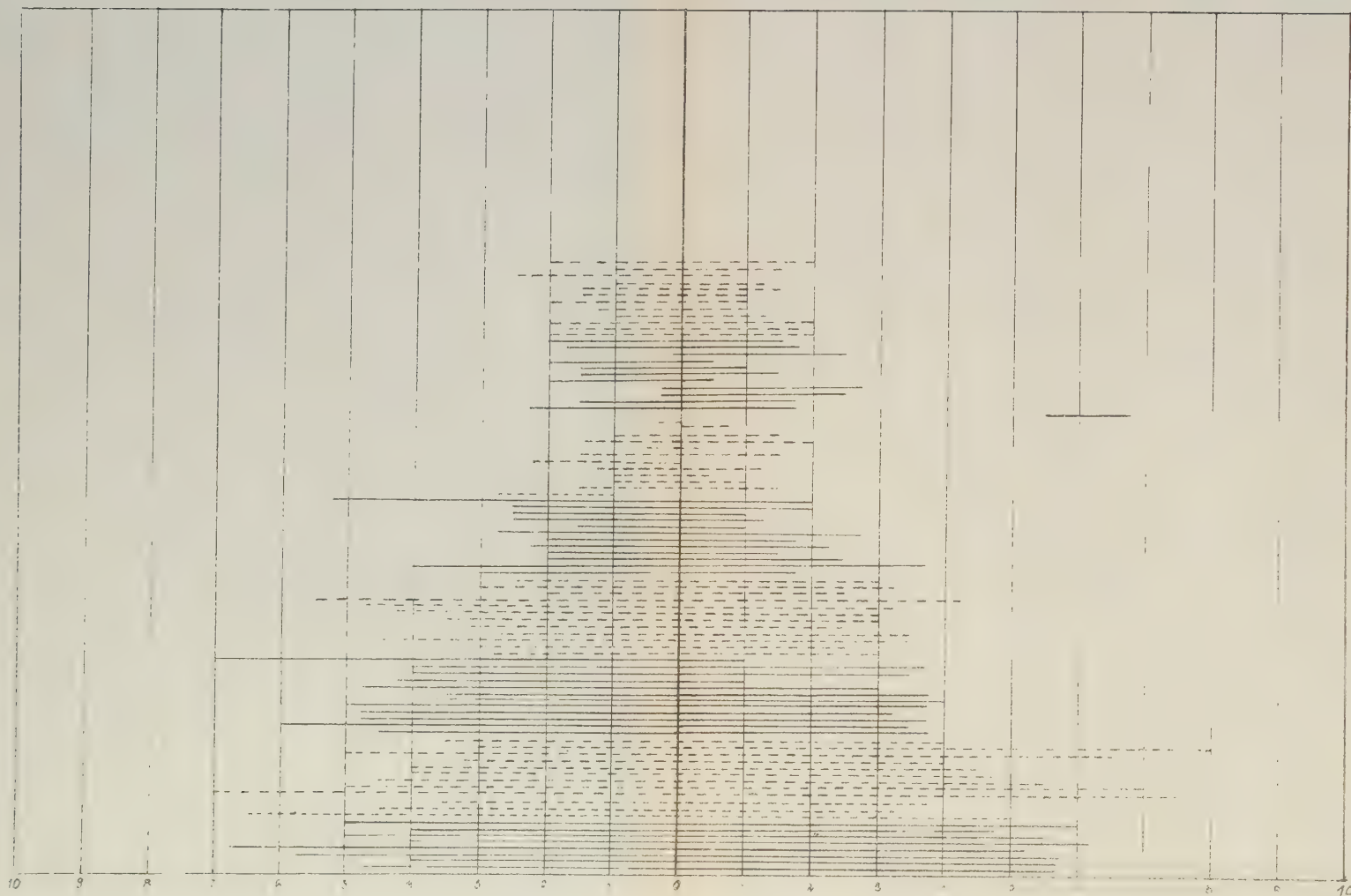
31-40

41-50

51-60

61-70

über 70



links

rechts

In dieser Arbeit wird also die Streubreite des Richtungshörens in Abhängigkeit vom Alter untersucht. Die Versuchsergebnisse zeigen, daß ein Mensch mit zunehmendem Alter eine viel schlechtere Fähigkeit besitzt, den Schall, der aus einer bestimmten Richtung kommt, mit Hilfe der Laufzeitdifferenzen zwischen rechtem und linkem Ohr, genau zu lokalisieren, als das noch in jüngerem Alter möglich ist. Somit decken sich also die Ergebnisse der in dieser Arbeit beschriebenen Versuche mit den oben beschriebenen Ergebnissen anderer Untersucher. Es ist durch die vorliegenden Versuchsergebnisse ein neuer Nachweis dafür erbracht, daß auch das Richtungshören als eine Funktion des ZNS genau wie alle anderen Sinnesfunktionen dem physiologischen Altersabbau unterworfen ist. Da der physiologische Altersabbau hauptsächlich die nicht regenerationsfähigen Ganglienzellen betrifft, wird deutlich, daß auch das Richtungshören an diese gekoppelt sein muß. Wie Matzker in seinem "Versuch einer Erklärung des Richtungshörens auf Grund feinsten Zeitunterschiedsregistrierungen" annimmt, liegen die entscheidenden Synapsen für das Richtungsgehör im Hirnstamm. Für diese Annahme sprechen auch anatomische Befunde (Matzker, Ruckes, Ranke, Engström).

Die Versuche zeigen aber andererseits, daß die Altersgruppen von 6-10 Jahren und von 11-20 Jahren eine etwas schlechtere Fähigkeit der Schallrichtungslokalisation besitzen als die 21-30-jährigen. Da aber bis zum 30. Lebensjahr der physiologische Altersabbau noch keine Rolle spielt, müßte von Kindheit an bis zu diesem Alter die Fähigkeit der Schalllokalisation gleich gut sein. Hier kommt anscheinend ein Faktor hinzu: Die Erfahrung. Es ist einleuchtend, daß das durch Beruf und Verkehr geübte Ohr eines 20-jährigen besser lokalisieren kann als das entsprechend weniger geübte Ohr eines jüngeren Menschen.

Aus der vorliegenden Arbeit geht weiterhin hervor, daß der subjektive Miteindruck nicht bei allen Versuchspersonen genau mit dem objektiven Nullpunkt zusammenfällt, daß aber doch im großen und ganzen gesehen die angegebenen Werte ziemlich gleichmäßig um den Skalennullpunkt nach rechts und nach links ausschlagen, vollkommen unabhängig vom Alter der einzelnen untersuchten Personen. Nur 2 von den 92 Versuchspersonen berühren mit ihren subjektiven Angaben nirgends den objektiven Nullpunkt. Es sind dieses die Versuchspersonen 1 der 11-20-jährigen und Versuchsperson 1 der 21-30-jährigen. Von diesen beiden Personen wurde in Anbetracht dieser Mittenabweichung ein Audiogramm angefertigt, das aber bei beiden vollkommen normal ausfiel. Was nun dieser Seitverschiebung des Miteindrucks zu Grunde liegt,

soll in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht werden. Es sei hier rein als Tatsache festgestellt, daß solche Mitteneindrucksverschiebungen bei vollkommen hörgesunden Menschen in seltenen Fällen vorkommen.

Es bliebe weiteren Untersuchungen vorbehalten, die Streuungsbreite bei Reizen mit verschiedenen Tonhöhen zu untersuchen.

Weiterhin wäre es wichtig, die Lage der Streuungsbreite bei peripheren Hörstörungen und zerebralen Erkrankungen zu ermitteln. Vielleicht ist damit die Entwicklung einer weiteren diagnostischen Methode zur Erkennung von Hirntumoren, zerebralen Erkrankungen und peripheren Hörstörungen möglich.

ZUSAMMENFASSUNG

Nach einer kurzen Übersicht über die bedeutendsten Theorien der Schallrichtungswahrnehmung wird eine knappe Zusammenstellung über Untersuchungsergebnisse aus der Sinnesphysiologie gegeben, die sich mit dem Nachlassen verschiedener Einzelfunktionen des ZNS im Alter befassen. Sodann werden Versuche über die Streuungsbreite des Richtungshörens auf der alleinigen Basis von Laufzeitunterschieden zwischen beiden Ohren beschrieben, ebenfalls in Abhängigkeit zum Alter. Sie wurden an 92 Testpersonen von 6-über 70 Jahre mit einer besonderen Apparatur vorgenommen, die in der Arbeit kurz beschrieben wird. Die Versuchsergebnisse werden in Tabellen und Kurven nach Altersgruppen geordnet veranschaulicht.

Es wird festgestellt, daß die Streuungsbreite des Richtungshörens mit zunehmendem Alter gleichmäßig zunimmt. Für diese Tatsache wird der physiologische Altersabbau verantwortlich gemacht, der besonders die nicht regenerationsfähigen Ganglienzellen im Hirnstamm betrifft.

Zum Schluß wird die in dieser Arbeit beschriebene Methode zur Untersuchung des Richtungshörens bei Hirntumoren und anderen pathologischen Hirnprozessen empfohlen.

LITERATURVERZEICHNIS

- Agazotti: Arch.di Fisiol. 19, H.1;
- Albrecht, Engelhardt: Z.Biol. 105, S.174-180, (1952);
- Bayroff, A.G.: Ber.Biol. 26, S.69;
- Beatty, R.T.: Ber.Physiol.73;
- Békésy, G.v.: Elektr. Nachr. Techn. 12, (1935);
- derselbe: Ann.Physique, V.F. 15, S.51 (1932);
- derselbe: Physik.Z. 10, S.721, (1929);
- derselbe: Physik.Z. 31, S.824 und 854, (1930);
- derselbe: Physik.Z. 34, S.577-582, (1933);
- derselbe: Ber.Physiol. 53, S.792;
- Bentley, M.: Arch.of Otolaryng. 10, S.282, (1929);
- Bezold, F.: Zeitschr.f. Ohrenheilkunde, 24, 1, (1893);
- Bocca, E.: Fisiologia, Fisiopathologia e Diagnostica clinica delle sordida retrococleari, Milano 1956;
- Bonacini, C.: Arch.di Fisiol.32;
- Bonanin, A.: Ann.Mal. Oreille 48, S.335, (1929);
- Boring, E.: Amer.J.Psychol. 37, Nr.2, (1926);
- Brüchner, R.: Experimentelle Altersforschung, S.279, Basel 1956;
- Gsell, O. et al
- Brunzlow: Z. Sinnesphysiol. 56, H. 5-6, S.326-336 (1925);
- derselbe: Hals-Nasen-Ohrenarzt 30, S.1, (1939);
- Casella, B. Giorn. Med. mil, 83, S.123;
- Christian, W. und Röser, D. Z. Laryng.36, S.431, (1957);
- Dinnick, Gaylord: J. of exper. Psychol. 17, S.593;
- Doevenspeck, H.: Z. Sinnesphysiol. 58, H.6, (1927);

- Dodt: J. Physiol., 128, S. 12-13, (1955);
- Duyff, Germert, Acta physiol. et pharmacol. Neerl.
Schmidt, P.: (Amsterdam) 1, S. 540-561, (1950);
- Ecoles, J. C.: The neurophysiological basis of mind. Oxford 1953;
- Engelmann, W.: Z. Psychiol. 105, H. 5/6, (1928);
- Engström, H.: 4. Kongress der Internation. Audiologiegesellschaft,
Padova, 2.-5.10 1958;
- Frey, Thronoten: Physik. Z. 23, Nr. 14;
- Galambos, R.: Ann. of Otol. (St. Louis) 66, S. 946-950 (1957)
- Galambos, R. Experimentia 6, S. 438-440 (1950);
- Rosenblith, W. A.
- Rosenzweig, M. R.:
- Gatcher, S.: Mschr. Ohrenheilkd. 57, H. 11 S. 503-505 (1923)
- derselbe: Wien. kl. Wschr. 37 Nr. 30 S. 731-732, (1924);
- Gilse, V. und Acta otolaryng. (Stockh.) 14, (1930);
- Roeloffs:
- Goldstein, K. Psychol. Forsch. S. H. 3/4;
- Rosenthal, O.
- Granit, R.: Handbuch d. inneren Medizin, 5, Band Springer-
Verlag 1953 Neurol. 1. Teil S. 1-181;
- Güttich, A.: Klin. Wschr. 137 1, S. 115;
- derselbe: Arch. Ohr-usw. Heilk. 122, S. 107, (1929);
- derselbe: Arch. Ohr-usw. Heilk. 142, S. 139;
- derselbe: Arch. Ohr-usw. Heilk. 146, S. 293-301 (1939);
- derselbe: Arch. Ohr-usw. Heilk. 147, S. 5-7, (1940);
- derselbe: Forschung u. Fortschr. 12, S. 327-328 (1936);
- Gundlach, R.: J. of exper. Psychol. 12, S. 187 (1929);
- Halverson, H. M.: Psychologic. Monogr. 31, Nr. 1, S. 7-29 (1922);
- Hartley, Frey: Psychologic. Rev. (2), Nr. 4;

- Hecht. H.: Naturwissensch. 10. H. 5, S. 107-113 (1939);
derselbe: Naturwissensch. 11, (1923);
Hinchcliffe, R.: Acta oto-lar. (Stockh.) 49, S. 453 (1958);
Holt-Hansen, K.: Z. Psychol. 120, S. 109 (1931);
Hornbostel, E. v.: Handb. d. norm. u. pathol. Physiologie, Bd. 11, S. 602;
derselbe: Psychol. Forsch. 4, S. 64;
derselbe: Psychol. Forsch. 6, S. 425;
Hornbostel, E. v.
Wertheimer: Sitzungsber. preuss. Acad. d. Wiss., physik. - math. Kl.,
S. 388 (1920);
James, H. E. O.: Lond. His. Off. 12, (1936);
James, Massey: Lond. His. Off. 9, (1932);
Johansen, H.: Den Alderbetingede Tunghred. Copenhagen-Munks-
gaard (1943);
Jung, R.: Handb. d. inneren Medizin 5. Band, Springer-Verlag
1953. Neurologie 1. Teil S. 1-181;
Jungert, S.: Acta Otolar., Suppl. 138 (1958);
Keller, H.
Brückner, G. H.: Ber. Biol. 25, S. 676;
Keen, I. A.: J. of laryngol. otol. 40, Nr. 6, S. 363-368, (1925);
Kiefer, M.: Arch. f. Psychol. 42, H. 3/4;
Kietz, H.: Acustica (Zürich) 3, S. 73-86, (1953);
derselbe: Z. Laryng. 31, S. 91-94, (1951);
derselbe: Z. Laryng. 36, S. 241-253, (1957);
Klemm, O.: Arch. f. Psychol. 40, H. 3/4;
derselbe: Ber. 6 exper. Psychol. 1914, S. 169;
Klensch, H.: Pflügers Arch. 250, S. 492-500, (1948);
derselbe: Naturwissensch. 36, S. 145-149, (1949);
König, E.: Acta Otolaryng. (Stockh.) 48, S. 475-489, (1957);

- König, G. und
Sussmann, W.: Arch.Ohr-usw.Heilk. 167, S.307-313, (1955);
- Kraus, M.: Mschr.Ohrenheilk. 85, S.64-65, (1951);
- dieselbe: Arch.Ohr-usw.Heilk. 157, S.301-319, (1950);
- dieselbe: Arch.Ohr-usw.Heilk. 167, S.301-303, (1955);
- Kreidl, A. und
Gatcher, S.: Pflügers Arch. 200, S.366, (1923);
- dieselben: Handb.d.Neurol. 1, S.407;
- dieselben: Naturwissensch. 2, H.18, S.337, (1923);
- Kunze: Physik.Z. 22, S.649, (1922);
- Langenbeck: Z.Hals-usw.Heilk. 34, S.250, (1933);
- dieselbe: Z.Hals-usw.Heilk. 40, S.249, (1937);
- Leisse, O.: Arch.Ohr-usw.Heilk. 114, S.118-128, (1925);
- Lorente de No R: Larygoskope, 43, S.1-16 u. 327-350, (1953);
- Lo Sudro: Atti Acad.naz.Lincci 30, H.4;
- Marx, W. u. H.: Beitr.Anat. usw. Ohr usw. 16, S.32, (1921);
- Matzdorff, P.: Grundlagen zur Erforschung des Alters Frankfurt 1948;
- Matzker, J.: Arch.Ohr-usw.Heilk. 169, S.373, (1956);
- dieselbe: Arch.Ohr-usw.Heilk. 167, S.207, (1955);
- dieselbe: Arch.Ohr-usw.Heilk. 171, S.371, (1958);
- dieselbe: Z.Laryng. 33, S.296, (1954);
- dieselbe: Z.Laryng. 33, S.546, (1954);
- dieselbe: Z.Laryng. 36, S.177, (1957);
- dieselbe: Z.Laryng. 37, S.167, (1958);
- dieselbe: Versuch einer Erklärung des Richtungshörens auf
Grund feinsten Zeitunterschiedsregistrierungen. Acta
Otolar. 49, 483 (1958);

- Matzker, J. : Ein binauraler Hörsynthesetest zum Nachweis zentraler Hörstörungen. Georg Thieme-Verlag Stuttgart. (1958);
- derselbe: Neue Methode zur Diagnostik zerebraler Hörstörungen. 4. Kongress der internationalen Audiologischen Gesellschaft, Padova, 2. Oktober 1958;
- Matzker, J. und Ruckes, J. : Dtsch. Med. Wschr. 82, S. 2187, (1957);
- Matzker, J. und Springborn, E. : Ztschr. f. Laryngologie 37, S. 739, (1958);
- Matzker, J. und Welker, H. : Ztschr. f. Laryngologie (erscheint demnächst)
- Meé, J. M., Le Aboulker, P. : Les donnees actuelles de la physiologie de l'audition et leurs applications cliniques et chirurgicales, Paris 1953;
- Meyer, E. : Handbuch der Physik Bd. 8 Akustik, S. 524 und 538;
- derselbe: Elektrotechnik Z. 46, S. 804;
- Meyer zum Gottesberge: Arch. Ohr- usw. Heilk. 147, S. 219, (1940);
- Meurmann, Y. : Acta Otolaryng (Stockh.) 44, S. 542-555, (1954);
- Möhres, F. P. : Verh. Dtsch. Zool. Gesellsch. 1951, S. 179;
- Monjé, M. : Z. Sinnesphysiol. 66, S. 7-22 (1935/36);
- Meyers, C. S. : Proc. roy. Soc. Lond. Ser. B. 88, (1915);
- Neff, D. W. : Laryngoskope 61, S. 289-295, (1951);
- derselbe: Ann. of Otology. (St. Louis), 66, S. 505-513, (1957);
- Oppel, O. : Graefes Archiv (erscheint demnächst);
- Papele, R. : Folia med. 9, Nr. 8, S. 300-304, (1923);
- Pearcey, C. H. : J. gen. Psychol. 16, S. 131;
- Pietrantonio, L. : Suppl. X. Giorn. Gerontologia, (1956);

- Pietrantoni, L. L'orecchio senile. 6. Congresso della Società Italiana
Arslan, M. et al: di Gerontologia e Geriatria, Napoli, 17.-19. Dez.
1956;
- Preyer: Arch.f. Physiol. 40, S. 596, (1887);
- Ranke, O. : Physiologie des Gehörs, Springer-Verlag 1953;
- Rasmussen, G. L. : J. Comp. Neurol. 83-84, S. 141-220, (1945/46);
- Rawdon-Smith, Brit. J. Psychol. 26, S. 191;
Grindley:
- Rejtö, A. : Mschr. Ohrenheilk. 65, S. 959, (1931);
- Revesz: Acta Psychol. (Haag) 3, S. 137;
- Rosée, Graf. de: Z. Laryng. 32, S. 414, (1953);
- Rucknick, C. A. : Psychologic. Monogr. 41, Nr. 4 (1931);
- Sanchez-Longo, L. Neurology 8, S. 119, (1958);
Forster, F. M. :
- Saxby, J. Gage, F. W. : Lond. His. Maj. Off. 9, S. 51, (1932);
- Schober, F. M. : Akustische Beil. 1952, S. 219-224;
- Seashore, C. E. : Physiologic. Monogr. 31, Nr. 1;
- Skramlik, E. v. : Naturwissensch. 13, H. 7, S. 118-123, (1925);
- derselbe: Z. Biol. 106, S. 234-289, (1953);
- Söderberg: Arch. Ohrenheilk. 129, S. 335 (1931);
- Stefanini, A. : Arch. ital. Otol. 33, H. 3, S. 155-165, (1922);
- derselbe: Arch. ital. Otol. 4. s., S. 49;
- Stevens, S. S. Haering, New York 1954;
Davis, N. :
- Stevens, S. S. Proc. nat. Acad. Sci. USA 20, S. 193, (1934);
Newman, E. B. :
- dieselben: Amer. J. Psychol. 48, S. 297;
- Stewart, G. W. : Proc. nat. Acad. Sci. USA 6, S. 166;

- derselbe: Psychologic.Rev. (2) 15, Nr.3;
- derselbe: Psychol.Monogr. 31, Nr.1;
- Trimble, O. C.: Psychol.Rev. 35, S.515, (1928);
- derselbe: Amer.J.Psychol. 41, S.564, (1929);
- derselbe: Amer.J.Psychol. 48, S.638, (1931);
- derselbe: Amer.J.Psychol. 47, S.264;
- Tucker, W. S.: Proc.roy.inst.Great Britain 26, S.262;
- derselbe: J.Laryng.a.Otol.44, S.812;
- Upton, Morgan: Proc.nat.Acad.Sci. USA 22, S.417-420, (1936);
- Veits, C.: Z.Hals-usw.Heilk. 14, H.1/2, S.269-296, (1926);
- derselbe: Z.Hals-usw.Heilk. 39, S.64, (1936);
- Vogt, C, Vogt, O.: J.Psychol.Neurol. 50 (1954);
- Waechter, H.: Diss. Kiel 1937;
- Wallach, H.: Psychol.Forsch. 22, S.238-266, (1936);
- derselbe: J. of exper.Psychol.27, S.339-368, (1940);
- Whitfield, I. C.: Brit.Med.Bull. 12, S.105-109, (1956);
- Willey, Pearce: Ber.Physiol. 102, S.618;
- Yong, P. Jo.: J. of exper.Psychol. 14, S.95, (1931);

SCHLUSSWORT

Zum Schluß möchte ich nicht versäumen, folgenden Herren für die freundliche Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit zu danken:

Herrn Prof. Dr. Leicher als Direktor der Universitäts-Hals-Nasen-Ohrenklinik für die Abfassung des Korreferates.

Herrn Priv. Doz. Dr. Matzker für die Überlassung des Themas und das Referat.

Herrn Dr. Fischer und den Mitarbeitern für die freundliche Bereitstellung eines Teiles der benutzten Apparatur.

Den Herren Dr. Enders, Heyse und Geipel vom Fernmelde-technischen Zentralamt der Bundespost in Darmstadt für ihre wertvolle Unterstützung und Beratung in den technischen Angelegenheiten der Untersuchungsmethode.

LEBENS LAUF

Am 12.6.1935 wurde ich als 2. Kind des Landwirts Paul Manz und seiner Ehefrau Marie in Wilhelmshain, Kreis Prenzlau in der Uckermark geboren. Von 1941 bis 1949 besuchte ich die Volksschule zu Fürstenwerder, um danach die Oberschule in Prenzlau zu besuchen. Im Jahre 1953 bestand ich die Reifeprüfung und begann im gleichen Jahre das Studium der Humanmedizin an der Humboldt-Universität Berlin. An der genannten Universität legte ich auch im Jahre 1955 das Physikum ab und studierte hier bis Anfang 1958. 1956 heiratete ich meinen jetzigen Ehemann. Im April 1958 mußte ich der gespannten Ost-West-Verhältnisse wegen Berlin verlassen und studierte noch 2 Semester an der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz, wo ich auch im Juni 1959 das Staatsexamen für Humanmedizin bestand. Ich arbeitete dann 1/2 Jahr als Medizinalpraktikant an der Orthopädischen Landeslinik in Wiesbaden und bin z. Zt. am Städtischen Krankenhaus in Wiesbaden beschäftigt.

